

# OPTICAL FIBER LASER PROBE FOR PHOTODYNAMIC THERAPY

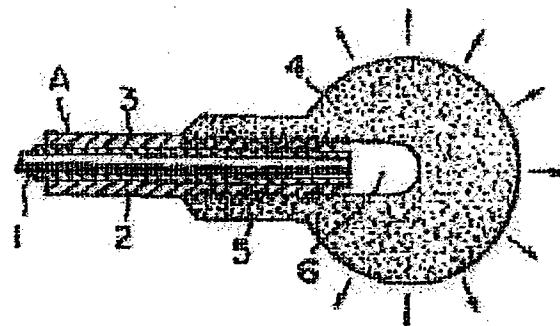
**Patent number:** JP9047518 (A)  
**Publication date:** 1997-02-18  
**Inventor(s):** HIRANO TATSU; TANAKA AKIO; OSAWA MASAMI; KONO TAKUYA  
**Applicant(s):** LEDERLE JAPAN LTD; HAMAMATSU PHOTONICS KK; MORITEX CORP  
**Classification:**  
 - **international:** G02B6/02; A61B18/20; A61N5/06; A61B18/22; G02B6/02; A61B18/20; A61N5/06; (IPC1-7): A61N5/06; A61B17/36; G02B6/10  
 - **europen:** A61N5/06B2  
**Application number:** JP19950192348 19950626  
**Priority number(s):** JP19950192348 19950626

**Also published as:**

US5976175 (A)

## Abstract of JP 9047518 (A)

**PURPOSE:** To realize stable use with high safety under irradiation of high energy pulse laser beam with highly repeated frequency by installing a chip made of a polyamide resin to the tip of optical fiber in order to irradiate pulse laser beam to objective points. **CONSTITUTION:** As the material for optical fiber A, for example, hard-clad PCS, Toray's NHS FB400 is used. To the tip of the optical fiber A, a light scattering plastic chip 4 made of a polyamide resin to spread light is screwed into a screw part 5 of a plastic jacket 3, which is located outside a core 1 and a plastic clad 2 combined at the tip of the optical fiber A, and is fixed by epoxy resin.; With use of such plastic chip 4 for light scattering made of a polyamide resin of polyhexamethylene adipanide type, which is known as nylon 66, a high energy irradiation such as 8mJ/pulse with 80Hz can be achieved to the optical fiber probe, and 5min of irradiation is equivalent to above 200J irradiation compared to 20min irradiation by an ordinary condition of 4mJ/pulse with 40Hz.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-47518

(43)公開日 平成9年(1997)2月18日

(51)Int.Cl <sup>®</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
A 61 N 5/06			A 61 N 5/06	E
A 61 B 17/36	3 5 0		A 61 B 17/36	3 5 0
G 02 B 6/10			G 02 B 6/10	D

審査請求 未請求 請求項の数6 書面 (全6頁)

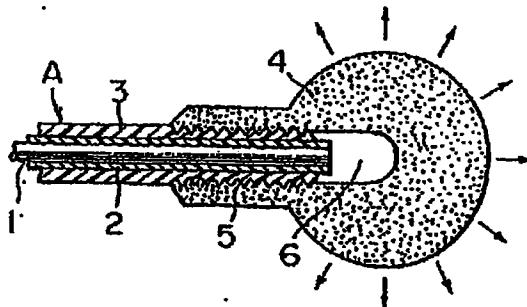
(21)出願番号	特願平7-192348	(71)出願人 000230478 日本レダリー株式会社 東京都中央区京橋1丁目10番3号
(22)出願日	平成7年(1995)6月26日	(71)出願人 000236436 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市市野町1126番地の1
		(71)出願人 000138200 株式会社モリテックス 東京都渋谷区神宮前3丁目1番14号
		(72)発明者 平野 達 静岡県浜松市市野町1126番の1 浜松ホトニクス株式会社内
		(74)代理人 弁理士 服部 修一 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フォトダイナミックセラピー用光ファイバレーザ導光プローブ

(57)【要約】

【目的】 高エネルギーパルス波レーザ光を高い周波数で通しても損傷を受けないフォトダイナミックセラピー用光ファイバレーザ導光プローブを提供することを目的とする。

【構成】 光ファイバAの先端にポリアミド樹脂製先端チップ4を装着する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光ファイバ中を導光して来たパルスレーザ光線を所定の対象に対して照射するため、ポリアミド樹脂製先端チップを光ファイバ先端部に装着したことを特徴とするフォトダイナミックセラビ用光ファイバレーザ導光プローブ。

【請求項2】ポリアミド樹脂製先端チップ内の中空部に光反射用ミラーを設けたことを特徴とする請求項1記載のフォトダイナミックセラビ用光ファイバレーザ導光プローブ。

【請求項3】ポリアミド樹脂製先端チップの内面に光反射用の刻み目を設けたことを特徴とする請求項1記載のフォトダイナミックセラビ用光ファイバレーザ導光プローブ。

【請求項4】ポリアミド樹脂製先端チップ内の中空部に突出した光ファイバのコア部を露出し、端面を粗化したことを特徴とする請求項1記載のフォトダイナミックセラビ用光ファイバレーザ導光プローブ。

【請求項5】ポリアミド樹脂製先端チップをレンズの形状とし、レーザ光線の集光又は拡散用レンズとしたことを特徴とする請求項1記載のフォトダイナミックセラビ用光ファイバレーザ導光プローブ。

【請求項6】ポリアミド樹脂がナイロン11又はナイロン12又はナイロン66である請求項1記載のフォトダイナミックセラビ用光ファイバレーザ導光プローブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はフォトダイナミックセラビとして知られる早期ガンの光線力学的治療に用いられる光ファイバレーザ導光プローブに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】フォトダイナミックセラビとして知られる早期ガンの光線力学的治療は、内視鏡で体腔内を観察しながら内視鏡のカン子口から挿入した光ファイバレーザ導光拡散プローブで患部に必要エネルギー量のレーザを照射することで行われる。特に喉頭部、子宮頸などの管状器管、胃、肝臓などの袋状器管など体腔の形状に応じたレーザ光照射を行えるチップを先端に設けることが必要である。このために従来提案された方法としては、米国特許第4693556号や米国特許第4660925号等に提案されているような、光の均一拡散を目的として石英の微粉末を含む紫外線硬化樹脂で先端にチップを形成したものや、米国特許第4676231号で提案されているような、中空透明チップ内に微粒子を懸濁した透明液体を入れる方法、あるいは、米国特許第4649151号の本文及び図に中空透明チップの内部面に光拡散粒子を混合したエポキシ樹脂を塗装することが示唆されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】パルス波レーザ光を用

いた場合、無機材料を使用した先端チップ（例：石英、サファイヤ、ガラスなど）はパルスレーザから発生する衝撃波の集中、高密度化があった場合、非常に割れ、破損し易く、危険である。同様のことが硬質のプラスチック（例ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリスチレン樹脂など）を使用したチップでも発生し易い。

【0004】一方デルリン（デュポン社商標）として知られるポリアセタール樹脂製の先端チップなどは、レーザ熱分解で生体に有害なホルマリンが発生する可能性がある。

【0005】又我々は先に実願平5-75579号としてポリオレフィン樹脂、特にポリエチレン樹脂製の先端チップを提案した。

【0006】本案による先端チップは、630nmの波長のエキシマダイレーザ光を4mJ～8mJ/パルスの強さのパルスレーザとして40～80Hzの周波数で入射し、総計600Jの先端チップからの出射エネルギーになるようにファイバ端から入射して使用した場合何等の不都合も発生しなかった。

【0007】然し、本案の先端チップは同上のレーザを8mJ/パルス以上のレーザ強度で、80Hz以上の周波数でファイバ端から入射して使用した場合にはレーザによる加熱による温度上昇で、チップの熱軟化、膨張、曲りが発生したり、又遊離炭素発生による黒化現象が起る場合があることが発見された。

【0008】患者に対する治療中の苦痛減少や、施療の効率アップのために、強いレーザ光を急速に与えて同一のレーザ照射量を可及的短時間に照射しようとするのは当然のことであり、これに対応して先端チップも改良されねばならない。

【0009】一方強いレーザ光を急速に与えることによる先端チップの損傷、特に患者に対して害を与えるような損傷は完全に避けなくてはならない。

【0010】このようなパルスレーザ光の集光又は拡散用先端チップは、連続波レーザ用と異なって非常に注意深く選定する必要がある。

【0011】そこで本発明の目的は、エネルギー強度の大きいパルス波レーザ光を高繰返し周波数で通しても使用上安定し、安全性の高いフォトダイナミックセラビ用光ファイバレーザ導光プローブを提供することにある。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は先端チップの材質として、ナイロン6として知られるポリカプロラクタムや、ナイロン66として知られるポリヘキサメチレンアジパミドや、ナイロン11として知られるポリ11-アミノウンデカン酸、又はナイロン12として知られるポリ12-アミノドデカン酸などのポリアミド樹脂を用いることを特長とする。

【0013】我々が先に提案したポリエチレンなどのポリオレフィン樹脂製の先端チップは、比較的低いパルス

レーザエネルギーを使用する場合は問題がないが、高いエネルギーレベルのパルスレーザ光を用いた場合、そのエネルギーによる変質が発生し、これはポリオレフィン長鎖分子の分子間結合力の不足によるものと考えられる。

【0014】分子間結合力を高めて強固な高分子構造をとらせる手段として、芳香環同志のファンデアパルス力を用いたり、又アミド結合同志の水素結合力を用いたりすることができるが、本発明の場合ポリアミドの分子間水素結合による相互間力の利用が好適であることが見出したものである。

【0015】すなわち、先端チップの材料として本発明のポリアミド樹脂を使用した場合例えば8mJ/パルス以上のエネルギーをもつパルスレーザ波を80Hz以上の高繰返し周波数でファイバ端から入射した場合、従来よりかなり多くのレーザ照射量であるにも拘らず、チップの熱軟化、膨張、曲り、発泡などの不都合は見出されなかった。又心配されたパルス衝撃エネルギーによるC-C, C-H, C-O, C-Nなどの結合の切断による遊離炭素による黒化現象も、過大なレーザエネルギー照射量の場合における多少の黒化を除いては問題にならないことが見出された。

【0016】本発明によるナイロン6, ナイロン66, ナイロン610, ナイロン11, ナイロン12又は共重合ナイロン製の光ファイバレーザ導光プローブの先端チップは、素材ブロックからの切削加工によつても、溶融物からの成型によつても製作できるが、溶融物を金型中で急冷するとほぼ透明となり、レンズやプリズム又はミラー的な導光材料として用いることができる。一方溶融物からの徐冷やガラス転移点前後でのアニーリング又は温熱処理により分子球晶の寸法を、使用するレーザ光線の波長以上の大さに成長させることにより当該波長のレーザ光線を散乱させることができ、この場合光拡散性のチップ材料としての使用ができる。

【0017】以下の実施例のように、ナイロン樹脂はパルスレーザ耐久性が高いと共に、光ファイバレーザデバイスの先端チップとして、このように光学レンズやプリズムとして用いられる透明材としても、又不透明光拡散材としても使用できる特異な材料として特長がある。

【0018】希望する方向への出射光量を増加するため、チップの中空部内面に光反射ミラーを設けることは有効である。また、チップ内面に刻み目を設けたり、チップ内の光ファイバの先端のクラッドを除去して露出し、その表面を粗化したり、コアの光出射端面を粗化することは出射光を均一化するために有効な手段である。

【0019】これらの改良的手段は以下の実施例に明らかである。

【0020】

【実施例】図1は全方向出射型の実施例を示すもので、光ファイバAとしてハードクラッドPCS、東レ(株)

HNS、FB400(コア径400μm)を使用し、1はコア、2はプラスチッククラッド、3はプラスチックジャケット、4はポリアミド樹脂製光拡散チップ、5はプラスチックジャケット3とチップ4間にねじ込みかつエポキシ樹脂で接着固定するねじ部、6は中空部である。なおパルスレーザ光を入射する光ファイバの他端は表示していない。

【0021】図2は側方向出射型の実施例を示すもので、光ファイバAの先端部のプラスチッククラッドを除去してコア先端部7を露出させて出射光が増すようにしたものである。

【0022】図3は側方向出射型の他の実施例を示すもので、プラスチッククラッドを除去したコア1の先端部7にサンドプラス加工して粗面化して出射光が均一化するようにしたものである。なお、8は光拡散用にラセンを切ったチップ内面部、9は光反射ミラーである。

【0023】図4と図5は側方向出射型の他の実施例を示すもので、露出させ且つ表面を粗面化したコア先端部7の側面部とその端面に対向して、チップ4の内面に反射ミラー10を設けたものである。この実施例によると出射光量を一層増加することができる。

【0024】図6、図7はファイバ端面を粗面化して出射光を拡散光として出射光を均一化するようにしたもので、図6は全方向出射型のもの、図7は側方向出射型のものである。

【0025】以上述べた何れの実施例の場合も、ポリアミド樹脂製先端チップの外径は1.5~2.0mmのものを製作し、第1の実施例で述べた東レ(株)、FB400ハードクラッドPCS光ファイバに強固に固定した。

【0026】図1で示される全方向出射型の実施例において、ナイロン66製の光拡散チップ4を光ファイバ先端に取付けて、通常の条件は4mJ/パルス、40Hzのレーザ入射条件下20分にて約200Jのチップからの出射照射を行うのに対して、8mJ/パルス、80Hzのレーザ入射という高エネルギー、高周波数で導光プローブへの入射を行つた。この場合、通常の条件で20分を要する照射時間にたいし、5分で等量のレーザエネルギー照射が行える。

【0027】図8と図9は急冷したナイロン11成型品(先端チップ41及び42)に光ファイバAの先端を挿入接着固定した簡便的な実用的レーザデバイスの異なる実施例を示すものである。

【0028】前記【0016】、【0017】で説明したように、急冷したナイロンにおいては、その成型品はほど透明の様相を示すので、図8に示す実施例では、球面とした先端41aはチップと一体をなす凸レンズとして働き、光ファイバAの先端から出射したレーザ光線を所定のスポットに集光することが出来る。なお先端41aと内側面41bは鏡面仕上げしてある。

50

【0029】又図9に示す実施例は、急冷したナイロン11成型品(先端チップ42)の先端内面42bを45度の傾斜面とし、この内面42bと対向する外側面42cを鏡面仕上げとして、光ファイバAから出射したレーザ光線を反射ミラーの作用を示す内面42bにより反射させて側方へ出射する形のレーザデバイスを提供するものである。

【0030】図10は前記図1に示した構造のプローブを3個選んでテストした場合の結果を示すもので、ナイロン66製の先端チップの安定性はこのような激しい条件下でも、15分程度の通常使用条件下では劣化は問題にならないことが判った。

【0031】又図11は本発明にかかる図7の構造の先端チップ4をナイロン11樹脂により製作し、その製品から4個を選んでテストした場合の結果を示すもので、図8の場合と全く同一の激しい条件下にてレーザエネルギーを通過させた時の出射レーザエネルギーの時間的変化を示す。前例と同様に15分程度の通常使用条件下では劣化は問題にならず、この性質は他の樹脂製の先端チップでは破壊、発熱による高温による曲り、発泡、ふくれなどで全く達成されないものであった。

【0032】図12は、先端チップをナイロン11製とした図1の構造のプローブと、先端チップをポリプロピレン製とした同一の構造のプローブの出射レーザエネルギーの時間的変化を示すグラフで、ナイロン11製材質の本発明のプローブの方が格段に耐久性に勝っていることがわかる。

### 【0033】

【発明の効果】先端に固着する光拡散先端チップの樹脂材料をナイロンとして知られるポリアミド樹脂で製作することにより、通常より著しく高エネルギーのパルスレーザ波を高繰返し周波数で通過させても異常が発生せず、その結果、治療所要時間が著しく短縮できる。従って、フォトダイナミックセラピーとして知られるガンの光線力学的治療に用いる光ファイバレーザ導光デバイスとして優れたものを提供できる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる全方向出射型の実施例の断面図である。

\* 【図2】本発明にかかる側方向出射型の実施例の断面図である。

【図3】本発明にかかる側方向出射型の異なる実施例の断面図である。

【図4】本発明にかかる側方向出射型の異なる実施例の断面図である。

【図5】図4のV-V断面図である。

【図6】本発明にかかる全方向出射型の他の異なる実施例の断面図である。

10 【図7】本発明にかかる側方向出射型の他の異なる実施例の断面図である。

【図8】本発明にかかる急冷ナイロン11成型品の先端チップを用いた先端出射型の他の異なる実施例の断面図である。

【図9】本発明にかかる急冷ナイロン11成型品の先端チップを用いた側方出射型の他の異なる実施例の断面図である。

【図10】本発明にかかるナイロン66製の図1の構造の光拡散先端チップを使用した場合の先端チップからの出射レーザエネルギー強さの時間変化を示すグラフである。

【図11】本発明にかかるナイロン11製の図7の構造の光拡散先端チップを使用した場合の先端チップからの出射レーザエネルギー強さの時間変化を示すグラフである。

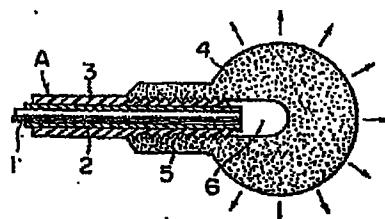
【図12】本発明にかかるナイロン11製の図1の構造の先端チップを使用した場合と、同じ構造で先端チップをポリプロピレン製とした場合の耐久性を示す比較図である。

### 【符号の説明】

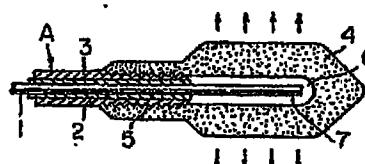
1	コア
2	クラッド
3	ジャケット
4	光拡散先端チップ
5	ねじ部
6	中空部
7	先端部
8	チップ内面部
9, 10	光反射ミラー

\*

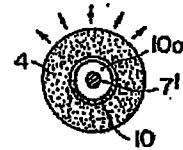
【図1】



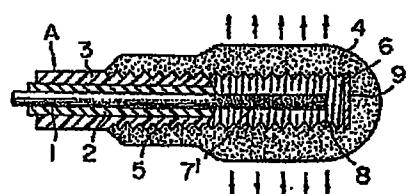
【図2】



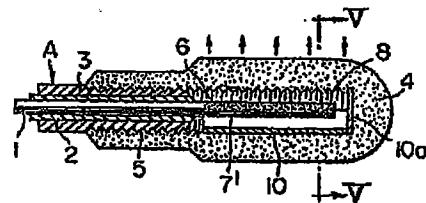
【図5】



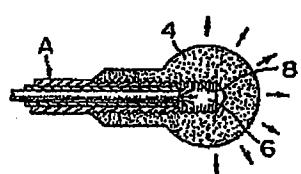
【図3】



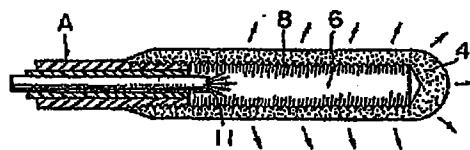
【図4】



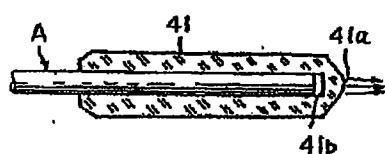
【図6】



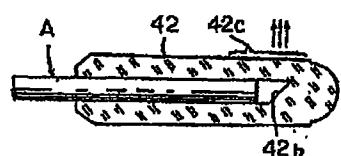
【図7】



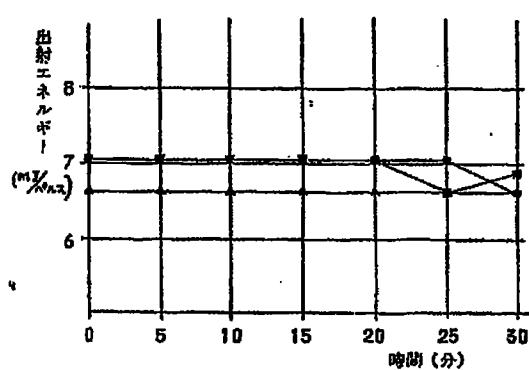
【図8】



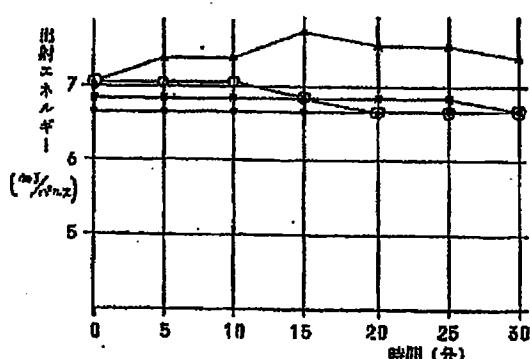
【図9】



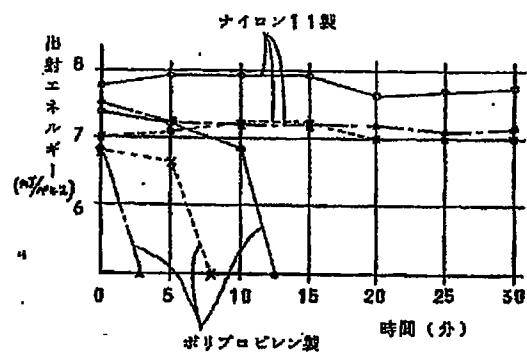
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72) 発明者 田中 章夫  
千葉県千葉市美浜区磯辺5丁目7番4棟  
212号

(72) 発明者 大沢 正美  
埼玉県比企郡都幾川村大字番匠623番地2  
号  
(72) 発明者 河野 卓哉  
東京都大田区田園調布1丁目21番12号